

**Über eine neue Methode zur
röntgenologischen
Größenbestimmung von
Nasennebenhöhlen**

Bernhard Hornung

AUS DER UNIVERSITÄTS-KLINIK UND POLIKLINIK FÜR
HALS-NASEN- UND OHRENKRANKE ERLANGEN

Direktor: Prof. Dr. G. Theissing

**Über eine neue Methode zur
röntgenologischen
Größenbestimmung von
Nasennebenhöhlen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Bernhard Hornung
aus Auschwitz

Erlangen-Nürnberg 1962

Über eine neue Methode zur
röntgenologischen

Dekan: Prof. Dr. A. Windorfer
Referent: Prof. Dr. G. Theissing
Tag der mündlichen Prüfung: 18. IX. 62

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer hohen medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



vorgelegt von
Bernhard Hornung
aus Augsburg

Erlangen-Nürnberg 1962

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Zur Dilemmasituation des Vaterschwermertens und der Frauen- eheblichen sowie deren Problematik	1
1. Entwicklung der Vaterschwermerte	2
II. Entwicklung der Meinen Eltern	3
III. Problematik der Nationalsozialisten	10
B. Problemstellung	14
C. Eigene Untersuchungen	15
1. Untersuchungsmethode	15
2. Ergebnisse	22
3. Diskussion	27
D. Zusammenfassung	28
E. Literaturverzeichnis	31

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A. Zur Ontogenese des Viscerokraniums und der Nasennebenhöhlen sowie deren Pneumatisation	5
I. Entwicklung des Viscerokraniums	5
II. Entwicklung der Nasennebenhöhlen	5
III. Pneumatisation der Nasennebenhöhlen	10
B. Problemstellung	12
C. Eigene Untersuchungen	13
1. Untersuchungsmethode	13
2. Ergebnisse	22
3. Diskussion	23
D. Zusammenfassung	26
E. Literaturverzeichnis	27

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A.	Einleitende Vorüberlegungen und die Aufgabenstellung	5
I.	Entstehung des Vortrags	5
II.	Entstehung der Massenbedürfnisse	5
III.	Entstehung der Massenbedürfnisse	10
B.	Problemlösung	12
C.	Eigene Lösungsmethode	12
1.	Untersuchungsmethode	12
2.	Ergebnisse	22
3.	Erklärung	24
D.	Zusammenfassung	26
E.	Fazit/Ergebnisse	27

Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. ZUR ONTOGENESE DES VISCEROCRANIUMS UND DER NASENNEBENHÖHLEN SOWIE DEREN PNEUMATISATION

I. Entwicklung des Viscerocraniums

Der 1. Visceralbogen, der sogenannte Mandibularbogen, teilt sich in den Oberkieferfortsatz und den Unterkieferfortsatz. Aus dem Oberkieferfortsatz entwickeln sich als Deckknochen: Os palatinum, Maxilla und Os zygomaticum, aus dem Unterkieferfortsatz: Mandibula sowie Malleus und Incus, letztere als Ersatzknochen. Der 2. Visceralbogen liefert als Ersatzknochen: Stapes, Processus styloides und Cornu minus hyoides. Diese zunächst mesenchymal angelegten Bestandteile (Desmocranium) gehen über einen knorpeligen Zustand (Chondrocranium) in die knöcherne Form (Osteocranium) über.

Der Oberkiefer setzt sich aus 2 Knochen zusammen. Der eine entwickelt sich seitlich von der Nasenkapsel aus 5 Kernen, die schon im 4. Monat untereinander verschmelzen. Der andere Knochen wird auf dem zwischen beiden Nasenlöchern gelegenen Stirnfortsatz angelegt; er erhält schon etwa in der 7. - 8. Woche einen Knochenkern und bildet den sogenannten Zwischenkiefer (Os incisivum, von GOETHE 1784 als Os intermaxillare erstmals beim Menschen beschrieben) der erst sekundär mit dem Oberkiefer verschmilzt.

Der Unterkiefer bildet sich aus der gemeinsamen Anlage eines langgestreckten Kernes, der den Hammer und Meckel'schen Knorpel entstehen lässt. Der Meckel'sche Knorpel bildet die Grundlage für den als Belegknochen entstehenden Unterkiefer. Beim Neugeborenen ist die Mandibula noch paarig durch eine Bindegewebtsfuge vereinigt. Die knöcherne Verschmelzung ist zur Zeit des 1. Zahndurchbruchs schon eingetreten (WETZEL).

II. Entwicklung der Nasennebenhöhlen

Das Neurocranium bildet mit seinem anterioren Anteil die Nasenregion. Die vordere Hälfte dieser Orbitotemporalregion ist kompliziert gebaut und zeigt mannigfache Fortsatzbildungen. Die sogenannte Nasenkapsel lässt Septum, Tectum nasi und Paries unterscheiden, nach basal hin ist sie offen; Septum-Unterrand und -Seitenwand stehen zunächst nicht in Verbindung. Ein Skelettboden der Nasenhöhle wird erst durch das Auftreten der aus den Viscerocranium entstehenden Deckknochen, Maxilla und Os palatinum geschaffen. An der Seitenwand der Nasenhöhle treten Schleimhautwülste auf und bilden die Nasenmuscheln, die aus dem Maxilloturbinale, dem Nasoturbinale und den Ethmoturbinalia Skeletteinlagerungen erhalten. Die Nasennebenhöhlen sind früh angelegt, kommen aber erst später zur Entfaltung: Sinus frontalis,

maxillaris und ethmoidalis nehmen ihren Ausgang von den Nasenwänden, die Keilbeinhöhle entsteht vom hinteren oberen Winkel des Nasenrachenraumes.

Kontinuierliches Wachstum von epithelialen Taschen und begleitende regionäre Zerstörung des Knochens führen zur Bildung von paarweisen pneumatischen Höhlen, welche von dem ausgestülpten Nasenepithel ausgekleidet werden. Die Hohlräume zeigen bei den verschiedenen Menschen bereits in der ersten Anlage eine ausserordentliche Verschiedenheit in Bezug auf Zahl, Lage und Weite. Umso mehr variieren sie mit fortschreitender Entwicklung.

a) Die Kieferhöhle

Der Sinus maxillaris nimmt seinen Ausgang von einer Epithel-einsenkung im mittleren Nasengang. Dadurch wird die früheste Anlage der Kieferhöhle markiert. Dies geschieht in der 1. Hälfte des Fötal-lebens (GEGENBAUER, MIHALKOWICS).

Nach LANGER-TOLDT stellt der Sinus maxillaris zur Zeit der Geburt schon eine ansehnliche Nische dar. Die Entwicklung geht im ersten Lebensjahr verhältnismässig schnell vor sich (STERN); mit dem Ende des ersten Jahres dringt der Sinus weiter in den Oberkiefer vor. Er entwickelt sich zu einer runden Höhle und behält unter lang-samer Vergrösserung bis zum 7. Lebensjahr dieselbe Gestalt. Mit Beginn der zweiten Dentition erfolgt eine Wachstumsbeschleunigung; die Form wird zuerst unregelmässig, gestaltet sich dann eckig, es bildet sich eine Nasen- und eine Orbitalfläche heraus. Zur Pubertäts-zeit wird die normale Gestalt der Kieferhöhle einschliesslich den Aus-buchtungen nach dem Tränenkanal, dem Nasengang und den Molaren hin erreicht, letztere von N. HIGHMOR 1651 in diesem Zusammenhang erstmals beschrieben.

Mit dem 40. Lebensjahr erreicht der Sinus maxillaris seine grösste Ausdehnung (STERN).

b) Die Stirnhöhle

Der Sinus frontalis kann sich auf verschiedenen Wegen entwik-keln (KILLIAN, PETER):

- 1) aus dem Recessus frontalis selbst (direkte Bildung), oder
- 2) aus einer oder mehreren der vier Cellulae frontales (indirekte Bildung).

Die erste Spur einer Stirnhöhle ist erst nach dem 1. Lebensjahr fest-zustellen und manifestiert sich nur als seichte Bucht (SPEE, ZUCKERKANDL, CHIARI, LANGER-TOLDT). Am Ende des ersten Lebensjahres buchtet sich ein Hohlraum in das Stirnbein vor. Das Wachstum der Höhle ist äusserst langsam. Während der folgenden 6 Jahre bildet sich ein birnenförmiges Bläschen von Erbsengrösse aus. Vom 7. Jahre an geht das Wachstum dieses Hohlraumes etwas

rascher vor sich und wendet sich nach der lateralen und medialen Seite, so dass der Sinus frontalis eine unregelmässige Gestalt erhält.

Erst vom 11. oder 12. Jahre ab nimmt seine Ausdehnung schneller zu, um seine definitive Grösse gegen das 20. Lebensjahr zu erreichen (PETER).

c) Die Keilbeinhöhle

Der Sinus sphenoidalis entsteht - wie erwähnt - aus dem Nasenrachenraum. Zu Beginn des 3. - 4. Fötalmonats wächst ein kleines Blindsäckchen vom hinteren oberen Ende der Nasenhöhle nach hinten (CHIARI, PETER). Diese Anlage vergrössert sich ganz langsam und wächst gegen Ende des ersten Lebensjahres allmählich nach unten. Nach Resorption und Ossifikation verschwindet zunehmend die knorpelige Umgebung. Bis zum 3. Lebensjahr erreicht die Keilbeinhöhle die Grösse einer Erbse und von diesem Zeitpunkt an setzt ein beschleunigtes Wachstum ein (ZUCKERKANDL, ZARNICO). Erst mit dem 7. - 8. Lebensjahr wird die Gestalt der Keilbeinhöhle breiter. Sie erreicht ihre endgültige Form während der Pubertätszeit und ist oft ebenso asymmetrisch wie die Stirnhöhle.

d) Die Siebbeinzellen

Die Cellulae ethmoidales liegen zwischen Stirn und Keilbeinhöhle, sie können folgendermassen eingeteilt werden:

1. Cellulae anteriores

Der mittlere Nasengang lässt sogenannte vordere Siebbeinzellen - sowie die bereits erwähnte Stirnhöhle und den Sinus maxillaris - ausspriessen (PETER). Zu Beginn des 4. Fötalmonats stülpen sich vom vorderen blinden Ende des mittleren Nasenganges, dem Recessus frontalis, die Cellulae anteriores aus. Die Entwicklung derselben ist sehr variabel. Nach GRÜNWARD sind sie im 5. Fötalmonat sehr häufig zu finden, während sie im 6. oder 7. Fötalmonat merkwürdigerweise selten werden.

2. Cellulae posteriores

Vom oberen Nasengang entstehen 2 - 3 Siebbeinzellen, über der Concha nasalis superior mehrere Sinus ethmoidei posteriores.

Zur Entfaltung suchen sie sich mehrere Wege: die einen nach vorne oben, die anderen nach hinten unten. Schliesslich erreichen sie mit den übrigen Zellen das Nasendach.

3. Cellulae postremae

Diese verdrängen sich in wechselnder Weise und liegen zwischen Keilbeinsinus und den hinteren Siebbeinzellen. Das Wachstum ist verschieden, ihre Zahl kann variieren.

Die Cellulae ethmoidales sind beim Neugeborenen als enge Taschen schon vorhanden und erreichen sehr bald eine ansehnliche Grösse (ZARNICO). Im 7. Lebensjahr haben sie eine unregelmässige Form.

Ihre Gestalt wird zuerst abgerundet, dann wieder eckig. Es bilden sich auch neue Kammern aus. Die Scheidewände werden schliesslich reduziert und bilden dünne Lamellen. Mit dem 8. - 12. Lebensjahr ist die Entwicklung vollendet (TSENG lip shin).

Die zeitlich verschiedene Ausbildung der Nasennebenhöhlen ist eine Folge des zeitlich verschiedenen Wachstums der Knochen, in denen diese Nebenhöhlen liegen. Die Wachstumsrichtung und damit die Form der Nebenhöhlen wird wahrscheinlich von der Funktion der Knochen wesentlich beeinflusst (FISCHEL).

Entsprechend der funktionellen Beanspruchung der Knochen bilden sich nur an gewissen Stellen Knochenwände und Knochenbalken aus, zwischen denen sich die Nebenhöhlen der Nase - vielleicht nur als tote Räume zwischen den Knochenbalken - ausbreiten können.

TABELLE 1: Zusammenfassende Auskunft über die Entwicklung der Nasennebenhöhlen in Tabellenform (geändert, aus TSENG Lip Shin)

	Anlage im	Grösse bei der Geburt	Beendigung der Entwicklung
Kieferhöhle	4. Fötalmonat	Deutlich entwickelt, aber sehr klein	16 - 18 Jahre
Stirnhöhle	1. - 3. Lebensjahr	Nicht vorhanden	ca. 20 Jahre
Keilbeinhöhle	Gegen Ende des 1. Lebensjahres	Nicht vorhanden	ca. um die Pubertätszeit
Siebbeinzellen	3. Fötalmonat	Schon deutlich entwickelt, aber sehr klein	8 - 12 Jahre

TABELLE 2: Wachstum der Kieferhöhle

Alter	Mass in Millimetern			
4. Monat	0,5 tief			ZUCKERKAND
6 1/2 Monat	3,0 lang	1,5 breit		"
9. - 10. Monat	5,0 tief			"
	Höhe	Länge	Breite	ONODI
Neugeborener	5	10	3 1/2	"
1. Jahr	3 - 9	5 - 19	2,5 - 8	"
2. Jahr	8 - 9	10 - 12	3 - 7	"
3. Jahr	13	23	13	"
4. Jahr	13	26	12	"
8. Jahr	23	28	20	"

TABELLE 3: Wachstum der Stirnhöhle nach PETER
(Mass in Millimetern)

Alter	Höhe	Länge	Breite
Neugeborener	4 1/2	3	2
5 Monate	7 1/4	5 1/4	3
12 Monate	6	5	5
2. Jahr	4 1/2 - 9	4 - 5 1/2	3 - 7
4. Jahr	6	6 1/2	5
6. Jahr	10 - 13	17 - 18	11 - 12
8. Jahr	4 - 11	14 - 17	7 - 9
9. Jahr	10 - 22		10 - 29
12. Jahr	17		20
14. Jahr	10 - 18		10 - 21
18. Jahr	6 - 15		13 - 26
19. Jahr	16 - 21		21 - 24

TABELLE 4: Wachstum der Keilbeinhöhle nach PETER
(Mass in Millimetern)

Alter	Höhe	Länge	Breite	Mündung
Neugeborener	4	2	2	1/2
1. Jahr	1 - 9	1 - 5	1 - 6	1/2 - 2
2. Jahr	2 - 6	3 - 5	2 - 7	1 - 2 1/2
3. Jahr	6	6	9	2
4. Jahr	4 1/2 - 6	3 1/2 - 5	7	1 1/2
6. Jahr	6 - 7	10	12	1 1/2
8. Jahr	8 - 12	12 - 13	11	4

TABELLE 5: Wachstum der Siebbeinzellen nach PETER
(Mass in Millimetern)

Alter	Länge	Höhe	Breite
Vordere Siebbeinzellen			
Neugeborener	1 - 3	1 - 5	1 - 3
1. Jahr	2 - 9	2 - 8	2 - 6
2. Jahr	2 1/2 - 4 1/2	4 - 10	1 1/2 - 4
3. Jahr	6 - 7	6 - 7	3 - 4
4. Jahr	3 - 8	3 1/2 - 11	3 - 6
6. Jahr	5 - 6	8 - 10	6 - 7
8. Jahr	5 - 6	8 - 13	7
Hintere Siebbeinzellen			
Neugeborener	4 1/2 - 5	2 1/2 - 5	1 1/2 - 2
1. Jahr	2 - 10	2 - 8	2 - 8
2. Jahr	4	5	3
3. Jahr	6 - 7	6 - 7	3 - 4
4. Jahr	3 1/2 - 10	3 - 11	-
6. Jahr	-	-	-
8. Jahr	11 - 17	6 - 9	10

III. Pneumatisation der Nasennebenhöhlen

Nach BERNFELD ist die Pneumatisation aller Kopfhöhlen das Ergebnis eines komplizierten Entwicklungsvorganges des Knochenwachstums, wobei schon die erblichen Faktoren eine reichliche Variabilität in Form und Ausdehnung der Höhlen bedingen. Die Variabilität umfasst nicht nur die Pneumatisationsform und -ausdehnung, sondern auch die Geschwindigkeit oder den Pneumatisationsrhythmus, der beschleunigt und mehr oder weniger stark verzögert erfolgen kann. Der Pneumatisation gehen regressive Veränderungen an der Knorpelgrundsubstanz voraus. Anschliessend baut das Perichondrium den Knorpel ab, indem sich die Zellen der gewucherten Knorpelhaut und der darunter gelegenen Schleimhaut so auflockern, dass schliesslich das Epithel aktiv einwachsen kann. Der Schwund des Knorpels erfolgt durch Auflösung seiner Grundsubstanz, wahrscheinlich fermentativ, in geringem Umfange auch zellulär (OLTERSDORF). Die Nasennebenhöhlen-Pneumatisation ist also ein Wachstumsgeschehen, an dem verschiedene Gewebsarten (Knorpel, Knochen, Bindegewebe) beteiligt sind. Diese einzelnen Gewebsanteile müssen dabei die Fähigkeit besitzen, sich entsprechend zu differenzieren. Ohne Gewebsdifferenzierung ist kein Wachstum möglich.

Durch unterschiedliche Differenzierung der beteiligten Gewebsarten sind in der Ausbildung der Nebenhöhlen Variationen möglich. So beobachtete OLTERSDORF verschiedene Knochenstrukturen, vergesellschaftet mit einer jeweils gleichsinnigen Beschaffenheit der Schleimhaut, als Ausdruck einer unterschiedlichen Mesenchymdifferenzierung.

Schon STEURER und WITTMACK haben darauf hingewiesen, dass der individuell verschiedene Spongiosaabbau die Pneumatisation beeinflusst. Eine engmaschige Spongiosa bewirkt später eine kleinzellige, dickwandige, eine weitmaschige eher eine grosszellige, dünnwandige Pneumatisation.

Nach WITTMACK bestehen bestimmte Beziehungen zwischen dem Pneumatisationssystem des Ohres und dem der Nase. WAGENER nahm auf Grund seiner Untersuchungen an, dass "leichte Schädel stark pneumatisiert, schwere dagegen wenig pneumatisiert, diploetisch sind". "Je leichter und zartknochiger der Schädel, um so zellreicher und grosszelliger; je derber, dicker und schwerer, um so zellärmer und mehr diploetisch ist der Warzenfortsatz". WAGENER meint, diese Regel sei so zutreffend, dass man unter Beurteilung der Knochenschwere mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf den Pneumatisationszustand schliessen könne.

Es läge nun die Annahme nahe, dass das, was WAGENER für die Pneumatisation des Warzenfortsatzes feststellt, auch für die Nasennebenhöhlen gilt.

Diese Feststellungen WAGENERS "massgebend und bestimmend" konnten durch die Untersuchungen von THEISSING nicht bestätigt wer-

den. Nach seinen Ergebnissen besteht lediglich ein "gewisser" Zusammenhang zwischen Knochenbau und Pneumatisationszustand der Warzenfortsätze.

BECK fand zwischen der Pneumatisation der Nasennebenhöhlen und des Warzenfortsatzes einen Zusammenhang, indem er unter seinen Fällen bei guter Ausbildung der Nebenhöhlen auch einen gut pneumatisierten Warzenfortsatz antraf. Eine Pneumatisationshemmung sah er beim Warzenfortsatz häufiger als bei den Nebenhöhlen.

LEICHER berichtet auf Grund seiner Untersuchungen, die sich auch auf die Pneumatisationsverhältnisse der Stirnhöhlen erstreckten, dass der Pneumatisationszustand der Warzenfortsätze und Stirnhöhlen neben paratypischen von zwei idiotypischen Einflüssen abhängt. Diese idiotypischen Faktoren, deren Wirkung einander entgegengesetzt sind, unterscheidet er in einen allen Individuen zukommenden "keimvererbten formgestaltenden Entwicklungsfaktor" und eine nur bei manchen Individuen vorhandene keimvererbte "Disposition", die zu einer Hemmung der normalen Entwicklung führen kann.

THEISSING und RICHTER sind der Ansicht, dass eine parallele Entwicklung von Stirnhöhle und Warzenfortsatzzellen nicht besteht: "Stirnbein und Warzenfortsatz sind wohl auch entsprechend ihrer anatomischen Lagerung und physiologischen Bedeutung zu verschiedenen, um gleichen Bedingungen und Einflüssen in gleicher Weise zu unterliegen."

Inwieweit die von STAUDENRAUS geäußerte Ansicht berechtigt ist, wonach die Gesamtgestaltung des Gesichtsschädels und also in übertragenem Sinn auch die Pneumatisation weitgehend vom Öffnungswinkel der Zahnwurzeln abhängt, bedarf noch der Bestätigung.

Neben den die Nasennebenhöhlenentwicklung fördernden Faktoren, gibt es auch solche, die die Pneumatisation stören und deshalb zu einer Hemmung führen. Da es sich hierbei stets um pathologische Vorgänge handelt (z. B. Erkrankungen der Schleimhaut und des Skeletts im Kindesalter, Lues congenita, Traumata etc.), wird auf eine ausführliche Darlegung verzichtet und auf die grundlegenden Arbeiten von PASCHKE und STERN verwiesen.

B. PROBLEMSTELLUNG

Aus der Entwicklung der Nasennebenhöhlen ergibt sich, dass ihre Grösse und Ausgestaltung in weiten Grenzen variieren kann. Für klinische Untersuchungen ist es oft erforderlich, die Ausdehnung der pneumatischen Räume festzustellen. Um aber pathologisch oder dysontogenetisch bedingte Veränderungen diagnostizieren zu können, muss die normalerweise vorhandene Variabilität in der Ausbildung der Nebenhöhlen bekannt sein.

Damit erhebt sich die Frage nach einer Methode, die es erlaubt, mit möglichst geringem Aufwand an Material und Zeit ein grösseres, für statistische Aussagen brauchbares Untersuchungsgut zu bearbeiten.

In den letzten Jahren wurde von A. HENNIG auf mathematischer Grundlage ein Verfahren entwickelt, mit dem man den Flächeninhalt unregelmässig begrenzter Figuren bequem und genau bestimmen kann. Wie die Berechnungen und Versuche HENNIGs zeigten, ist diese einfache Methode dem Polarimeter an Exaktheit mindestens gleichwertig.

In der vorliegenden Untersuchung soll die Grösse der Nasennebenhöhlen in verschiedenen Lebensaltern nach dem HENNIGschen Verfahren bestimmt und statistisch ausgewertet werden. Im Vergleich mit den bisher durchgeführten polarimetrischen Messungen kann die Brauchbarkeit des neuen Verfahrens für klinische und wissenschaftliche Zwecke erprobt werden.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. MESSUNGEN AN NORMALEN NEBENHÖHLEN

Es wurden zunächst die Mittelwerte normaler Nebenhöhlen nach einer neuen Methodik festgestellt.

Als Untersuchungsmaterial dienten Röntgenaufnahmen von 265 Patienten, die nach dem occipito-frontalen Strahlengang in der Röntgenabteilung der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität Erlangen angefertigt wurden. Damit liessen sich Probanden beiderlei Geschlechts im Alter von 4 - 70 Jahren erfassen.

Insgesamt wurden 795 Hohlräume, 530 Kieferhöhlen und 265 Stirnhöhlen, vermessen. Bei dem Untersuchungsmaterial handelt es sich um eine auslesefreie Stichprobe.

Diagramm a gibt die Altersverteilung im Bezug auf die Anzahl der Probanden wieder, wie sie in Tabelle 6 zusammengestellt sind.

Auf der Abszisse der folgenden Diagramme sind jeweils die verschiedenen Altersgruppen aufgetragen, deren Einteilung in Tabelle 6 wiedergegeben wird.

TABELLE 6

Gruppe	Alter in Jahren	Anzahl der Patienten	Gruppe	Alter in Jahren	Anzahl der Patienten
I	4 - 5	6	VIII	36 - 40	16
II	6 - 10	22	IX	41 - 45	12
III	11 - 15	29	X	46 - 50	15
IV	16 - 20	35	XI	51 - 55	12
V	21 - 25	37	XII	56 - 60	13
VI	26 - 30	26	XIII	61 - 65	9
VII	31 - 35	27	XIV	66 - 70	6

Wie aus dem Diagramm a ersichtlich, liegt der Schwerpunkt der ausgewerteten Röntgenaufnahmen auf dem 2. und 3. Dezennium da zu diesem Zeitpunkt Wachstum und Ausdehnung ihr Maximum erreicht haben.

1. Untersuchungsmethode

Die bisher verwandten Untersuchungsmethoden, die Ausdehnung von Nasennebenhöhlen festzustellen, lassen sich in 3 Gruppen aufgliedern.

a. Bestimmung von Höhe und Breite der Nebenhöhlen.

Über die einfache Ausmessung von Kiefer- und Stirnhöhlen liegt eine Untersuchung von STERN vor, der an 1665 Personen im Kindes- und Erwachsenenalter jeweils die grösste Höhe und grösste Breite

dieser Höhlen bestimmt und nach Geschlecht und Seite geordnet zusammengestellt hat. VOELCKEL untersuchte im Rahmen der Entwicklung der Nasennebenhöhlen im Kindesalter 340 Fälle im Alter von 0 - 15 Jahren. Die Grössenbestimmung wurde an Hand von Röntgenaufnahmen im occipito-nasalen Strahlengang in der Weise vorgenommen, dass bei jeder Höhle der grösste Durchmesser in cranio-caudaler Richtung und der grösste darauf senkrecht in der Horizontalebene stehende ausgemessen wurden.

b. Planimetrische Messungen.

Da die oben beschriebene Untersuchungstechnik nur näherungsweise Auskunft geben kann, ist sie - wie auch BUGYI ausführt - als unzureichend zu bezeichnen. Daher führten in den letzten Jahren verschiedene Autoren planimetrische Messungen an den Stirnhöhlen, die erstmals genauere Angaben der röntgenologisch erfassbaren Zweidimensionalität vermitteln.

Erwähnenswert erscheint in diesem Zusammenhang eine Arbeit aus dem polnischen Sprachraum von MURCZYNSKI und SYPNIEWSKA, die kaum bekannt wurde.

An occipito-frontalen Röntgenbildern von 1200 Patienten (Radiologisches Institut Szczecin und onkologisches Institut Gliwice) beiderlei Geschlechts im Alter von 8 - 75 Jahren wurden planimetrische Messungen vorgenommen.

Auf die Ergebnisse der beiden Autoren wird im Rahmen der Diskussion näher eingegangen werden.

Nach der Methodik von MURCZYNSKI und SYPNIEWSKA hat BUGYI in Ungarn bei 200 Männern und 200 Frauen die Ausdehnung der Stirnhöhlen in der Frontalebene unter Einbeziehung der orbitalen Recessus an occipito-frontalen Röntgenaufnahmen bestimmt. Ferner wurde an seitlichen Schädelaufnahmen bei 50 Männern und 50 Frauen die grösste Tiefe gemessen. In weiteren Untersuchungen wurden neben der Ausdehnung der Stirnhöhlen im Kindes- und Jugendalter auch Alterseinflüsse auf die Stirnhöhlengrösse erfasst. Diese Ergebnisse sollen ebenfalls im Rahmen der Diskussion erörtert werden.

Zusammenfassend halten wir ebenso wie BUGYI die Bestimmung einzelner Durchmesser der Stirnhöhlen (Breite, Höhe, Tiefe), wie sie früher vorgenommen wurde, für nicht zweckmässig, da diese Grössenmasse wegen der unregelmässigen Form der Stirnhöhlen nur in ihrer integrierten Form verwertbar sind und die planimetrische Bestimmung der Fläche unvergleichlich einfacher und genauer ist. Wenngleich die dritte Dimension für Volumenbestimmungen bestenfalls über Schichtaufnahmen genau zu erfassen wäre, haben die planimetrischen Untersuchungen gegenüber der Bestimmung einzelner Durchmesser den Vorteil, die wahren Flächenausdehnungen zu erfassen.

c. Hier benutzte Methodik.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde am Röntgenbild die Fläche der Nasennebenhöhlen nach einem neuartigen Verfahren bestimmt.

Wir bedienen uns dabei der Treffer- oder Punktzählmethode, die von A. HENNIG ausgearbeiteten Formel basiert. Die Aussage der mathematischen Beziehung wurde in die Form einer graphischen Messschablone (Punkt- oder Trefferzähler) transponiert.

Jedem Treffer des Punktnetzes ist eine Fläche gleich dem "Netzwert N" zugeordnet.

Verwendet wurde eine von A. HENNIG vorgeschlagene Anordnung, bei der die Punkte auf parallelen Linien (Abstand b) in gleichmässiger Entfernung (Abstand a) angeordnet sind. Es ergibt sich dann eine jedem Punkt zugeordnete Fläche $N = a \cdot b$.

Um die Genauigkeit dieser Punktmessungen zu prüfen, wurde eine Fläche der Stirnhöhle mit 25 willkürlichen Netzstellungen ausgewertet. Es ergab sich ein Mittelwert der Trefferzahl $t_m = 65,1$ bei einer mittleren Ablage von $\pm 33,2$ Treffern auf 25 Messungen bezogen. Das bedeutet eine mittlere Unsicherheit der Einzelmessung von $\pm 1,33$ t, oder für die 25 Zählungen von

$$\pm \frac{1,33}{\sqrt{25}} = 0,27 \, \%.$$

Diese hohe Genauigkeit erscheint problematisch angesichts der starken individuellen Schwankungswerte der Projektionsflächen von Stirn- und Kieferhöhlen.

Wenn wir jede Höhle mit einer Stellung des Punktnetzes auswerten und Zeitgewinn durch Verarbeiten des 25-fachen Versuchsmaterials ausnützen, werden wir die höchstmögliche Zuverlässigkeit in einem gegebenen Zeitraum gewinnen.

Bei Verwendung des Polarplanimeters muss mit einem viel höheren Zeitaufwand für die Einzelmessung gerechnet werden. Der Gewinn an Genauigkeit geht durch das - im gleichen Zeitraum - viel spärlicher aufgearbeitete Material mehr als verloren.

Unser Verfahren erlaubt bei geübtem Blick die Auswertung einer Höhle (von ca. 13 cm^2) etwa innerhalb einer halben Minute (bei einer Trefferzahl von 62 Punkten oder Treffern).

+ Herrn Dr. Ing. A. HENNIG (Anatomisches Institut der Universität München) sei an dieser Stelle für seine Unterstützung herzlichst gedankt. Bezüglich der mathematischen Grundlage wird auf die einschlägige Literatur verwiesen.
t = Treffer, m = Mittelwert.

TABELLE 7: Tabelle der graphisch dargestellten Mittelwerte

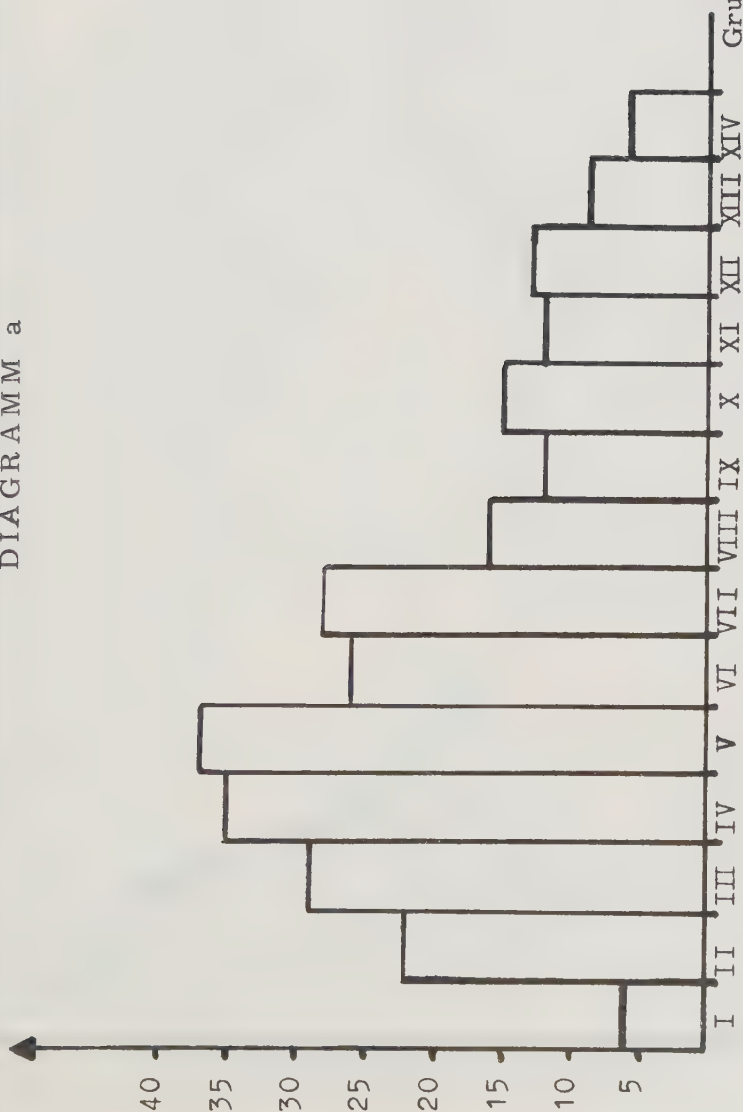
Gruppe	Kieferhöhlen		Stirnhöhlen
	Rechts	Links	
I	15,3	13,8	8,2
II	20,4	20,3	17,0
III	29,1	30,2	42,3
IV	34,3	34,3	49,6
V	37,0	36,3	57,0
VI	35,5	34,3	54,7
VII	37,2	36,6	55,0
VIII	35,5	34,5	56,5
IX	37,3	39,0	56,4
X	38,0	38,5	46,4
XI	32,5	31,9	46,1
XII	34,2	35,9	50,3
XIII	37,5	35,1	52,8
XIV	35,3	35,8	46,9

TABELLE 8: Tabelle der Prozentualen Abweichungen

Gruppe	Kieferhöhlen		Stirnhöhlen
	Rechts	Links	
I	1,3	0,9	0,9
II	0,9	0,9	1,1
III	1,1	1,3	1,9
IV	1,0	1,1	1,6
V	1,0	1,2	1,9
VI	1,2	1,1	2,6
VII	1,5	1,5	1,9
VIII	1,4	1,3	2,3
IX	1,8	2,2	2,5
X	1,5	1,6	2,5
XI	1,5	1,4	2,2
XII	1,4	1,3	2,5
XIII	1,4	1,2	2,8
XIV	2,5	2,5	2,3

Anzahl der
Patienten

DIAGRAMM a



Gruppeneinteilung
s. Tabelle 6

Punkte

DIAGRAMM b

Stirnhöhlen

(Senkrechte Striche s. Tabelle 8)

70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5

I

II

III

IV

V

VI

VII

VIII

IX

X

XI

XII

XIII

XIV

Punkte

DIAGRAMM c

K.H. links



DIAGRAMM d

K. H. rechts





Es ergibt sich bei x Treffern $y \text{ cm}^2$
 da jedem Treffer eine Fläche von $0,212 \text{ cm}^2$ zugeordnet ist
 ergibt sich $x \cdot T = y \text{ cm}^2$

2. Ergebnisse

Unsere Auswertung betrifft beide Geschlechter etwa gleichmässig. Es ergab sich bei unserem Material ein Verhältnis von 50 % männlichen und 50 % weiblichen Personen.

Wie auch MURCZYNSKI und SYPNIEWSKA haben wir die Grösse beider Stirnhöhlen gemeinsam bestimmt, da eine trennende sutura-frontalis nicht in allen Fällen zweifelsfrei festzustellen war.

Alle Messwerte sind in Punkten (Treffern) angegeben, weil die Berechnung hierdurch wesentlich erleichtert wird. Da ein Punkt der Messschablone nach der von A. HENNIG entwickelten Formel einer Fläche von $0,212 \text{ cm}^2$ entspricht, wurden die Trefferzahlen in den Diagrammen so abgetragen, dass eine gleiche Ablesung in Flächen-dimension möglich ist. Für die graphischen Darstellungen ist dies ohnehin belanglos, da die effektive Fläche nur eine Funktion der Anzahl der ausgezählten Punkte darstellt und somit den gleichen Kurvenverlauf ergibt.

Das gesamte Patientengut, dessen Altersverteilung aus Diagramm a ersichtlich ist, wurde in 14 Altersgruppen aufgeteilt, die ermittelten Werte gibt Tabelle 7 wieder.

Stirnhöhlen

Wie aus der graphischen Darstellung (Diagramm b) ersichtlich ist, zeigt sich ein kontinuierlicher Anstieg der ermittelten Werte bis zur Altersgruppe V (21 - 25 Jahre), die, von einem horizontalen Kurvenverlauf gefolgt, schliesslich eine leicht absteigende Tendenz aufweist, wenn man von der Altersgruppe IX (41 - 45 Jahre) an bis zum 70. Lebensjahr eine Extrapolation der Kurve durchführen würde. Die für die Altersgruppen X und XI gefundene Depression kann, abgesehen von der mit statistischen Erwägungen verbundenen Zufallswahrscheinlichkeit der kleinen Zahl auch auf das Fehlen der Stirnhöhlen bei einigen Individuen zurückzuführen sein, was bei dem vergleichsweisen kleinen Stichprobenumfang vermehrt ins Gewicht fällt. Unter der Annahme, dass die Ausdehnung der Stirnhöhlen - worauf im nachfolgenden Kapitel kurz eingegangen wird - zwischen dem 20. und 25. Lebensjahr ihr Maximum erreicht hat, haben wir für das Probandengut zwischen 20 und 70 Jahren eine Ausdehnung von $11,06 \text{ cm}^2$ im Mittel errechnet.

Kieferhöhlen

Die Auswertung der beiden Kieferhöhlen ergibt, wie aus den graphischen Darstellungen (c) und (d) zu ersehen ist, einen annähernd gleichen Kurvenverlauf. Es zeigt sich auch bei den Kieferhöhlen ein nahezu kontinuierlicher Anstieg der ermittelten Werte bis zur Altersgruppe V, während der weitere Verlauf uncharakteristische Veränderungen aufweist.

Die Schlussfolgerung einer Altersinvolution im Sinne eines Kleinerwerdens der Kieferhöhlen kann nur als Vermutung geäußert werden, die Klärung dieser Problematik muss der Auswertung eines grösseren Untersuchungsgutes vorbehalten bleiben. Unter der Voraussetzung, dass die Ausdehnung der Kieferhöhlen ebenfalls kurz nach dem 20. Lebensjahr ihren Abschluss gefunden hat, haben wir für die rechte Kieferhöhle bei den Probanden zwischen 20 - 70 Jahren eine Ausdehnung von $7,63 \text{ cm}^2$ im Mittel, für die linke Kieferhöhle bei der gleichen Altersklasse eine Fläche von $7,58 \text{ cm}^2$ gefunden.

Abschliessend sei bemerkt, dass die mittleren Streuwerte bei Erwachsenen keine Extreme aufweisen und die daraus errechneten prozentualen Abweichungen (Tabelle 8), den für das Anlegen einer Ersatzkurve erforderlichen Kriterien entsprechen. Eine solche Ersatzkurve besäße für die Stirnhöhlen nach dem bereits beschriebenen Anstieg vom 25. Lebensjahr an einen leicht absteigenden Charakter worauf wir schon hingewiesen haben. Für die Kieferhöhlen ergibt sich nach einem ebensolchen Anstieg ein nahezu geradliniger Verlauf mit geringfügiger absteigender Tendenz, die aber statistisch nicht gesichert ist.

3. Diskussion

Es wurde bereits bei Besprechung der Ontogenese der Nasennebenhöhlen ausgeführt, dass die Entwicklung dieser Höhlen zu einem gewissen Zeitpunkt ihren Abschluss findet. Dieser Zeitpunkt wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich angegeben. Während HAIKE, RICHTER und HONDA das 15. - 17. Lebensjahr annehmen, legen KOMENDANTOFF, PETER, ZARINKO und LUTTERBERG den Entwicklungsabschluss in das 20. Jahr, WETZEL in das 25. Jahr, SIBSEN in das 30. Jahr, CHUDAVERDOV hält nach den Angaben von STERN sogar ein Grösserwerden der Stirnhöhlen bis zum 3. und 4. Lebensjahrzehnt für möglich. Die von der Mehrzahl der Autoren vertretene Ansicht, wonach die Entwicklung der Stirnhöhlen um das 20. Lebensjahr ihren Abschluss gefunden hat, deckt sich mit unseren Untersuchungsergebnissen (Tabelle 7). Zum Problem einer Verkleinerung der Stirnhöhlen nach einem gewissen Zeitpunkt äussern sich nur wenige Autoren. So beobachtete STERN in seinem Untersuchungsgut nach dem 40. Lebensjahr ein kleinerwerden der Stirnhöhle. BUGYI stellte fest, dass bei Männern und Frauen nach dem 50. Lebensjahr eine mit verstärkter individueller Variabilität verbundene Grössenverminderung der Stirnhöhlen eintritt, wobei die Flächengrösse bei Männern je Lebensjahr etwa $0,04 \text{ cm}^2$ und bei Frauen je Lebensjahr um $0,06 \text{ cm}^2$ abnimmt. Das allgemeine Resultat deckt sich mit unseren Untersuchungsergebnissen, während wir von der Angabe einer bestimmten Verkleinerung pro Zeiteinheit Abstand nehmen wollen.

Über die Ausdehnung der Kieferhöhlen finden sich in der Lite-

ratur ebenfalls verschiedene Angaben, so ist YOSHINAGA nach Untersuchungen an Japanern der Ansicht, dass die Kieferhöhle im Alter von 25 - 29 Jahren am grössten ist, um im Alter von 60 Jahren und darüber allmählich kleiner zu werden. SEDWICK kommt zu dem Ergebnis, dass die Höhle ihr Maximum zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr erreicht und in den späteren Dezennien nicht mehr wächst (STERN).

Bezüglich des Zeitpunktes, bis zu dem die maximale Ausdehnung erreicht ist, teilen wir die Ansicht der obengenannten Autoren (s. Diagramme c und d).

Zu dem Problem, inwieweit auch bei den Kieferhöhlen in den späteren Jahren eine Altersinvolution stattfindet, können wir keine eindeutige Stellungnahme abgeben. Sicher erfolgt - wie bereits SEDWICK nach den Angaben von STERN feststellte - in den späteren Jahren kein Wachstum mehr. Der aus der Konstruktion einer Ersatzkurve sich ergebende, äusserst geringfügig absteigende Kurvenverlauf würde mit den Ergebnissen von YOSHINAGA eine gewisse Übereinstimmung ergeben; hierzu halten wir jedoch die Auswertung eines grösseren Patientengutes für erforderlich.

Für die Flächenausdehnung der Stirnhöhlen haben MURCZYNSKI und SYPNIEWSKA an 1 000 Fällen beiderlei Geschlechts für männliche Individuen von 20 - 75 Jahren einen Mittelwert von 12.49 cm^2 , für weibliche der gleichen Altersgruppe einen solchen von 10.17 cm^2 errechnet, was einem Gesamtmittel von 11.33 cm^2 entspricht.

Ohne Angabe von Geschlechtsunterschieden fand ONODI einen Mittelwert der Stirnhöhlenausdehnung von 15.7 cm^2 , bei 3,8 bis 43 cm^2 als Extremwerten, wobei die frontale Fläche der Stirnhöhle als Oval mit den Durchmessern Breite und Höhe ohne Berücksichtigung der Einbuchtungen berechnet wurden, sodass dadurch extreme Zahlenwerte zustande kamen.

BUGYI stellte Häufigkeitsmaxima von 14 cm^2 bei Männern und 9 cm^2 bei Frauen fest. Unter Einbeziehung der Mittelwerte verschiedener Autoren glaubt er als häufigsten Wert der Stirnhöhlenausdehnung bei Männern 13 cm^2 und bei Frauen 10 cm^2 angeben zu können, was einem Gesamtmittel von 11.5 cm^2 entspricht. Nicht nur der von MURCZYNSKI und SYPNIEWSKA eruierte Mittelwert, sondern auch der für verschiedene Autoren von BUGYI mitgeteilte korreliert angesichts unseres vergleichsweise geringen Untersuchungsmaterials ausserordentlich gut mit dem von uns errechneten Gesamtmittel von $11,06 \text{ cm}^2$.

Leider liegen über die Ausdehnung der Kieferhöhlen keine vergleichbaren Ergebnisse vor, wir fanden wie erwähnt einen Mittelwert von $7,63 \text{ cm}^2$ für die rechte und $7,58 \text{ cm}^2$ für die linke Kieferhöhle vor.

Die von uns angewandte Untersuchungstechnik ist, wie sich aus dem Vergleich mit anderen Methoden gewonnenen Ergebnisse zeigt, den planimetrischen Messungen absolut gleichwertig, sie gründet sich

ja auf ein einwandfreies, mathematisch fundiertes Substrat. Bei Würdigung des mit dieser Untersuchungsmethode verbundenen Vorteils eines wesentlich geringeren Zeitaufwandes, halten wir für ausgedehnte Reihenuntersuchungen planimetrische Messungen für zu aufwendig, und empfehlen die Anwendung der von A. HENNIG ausgearbeiteten Methode der Punkt- oder Trefferzählung.

D. ZUSAMMENFASSUNG

1. Einleitend wird die Entwicklungsgeschichte der Nasennebenhöhlen besprochen; die Vorgänge der Pneumatisation des Schädels werden genauer dargestellt, die zeitlichen Zusammenhänge bei der Ausbildung der Nasennebenhöhlen aufgezeigt.
2. Die bisher verwandten Methoden, die Grösse von Stirn- und Kieferhöhlen auf dem Röntgenbild festzustellen (Messung von Höhe und Breite, polarimetrische Bestimmung) werden diskutiert.
3. Es wird eine neue, von A. HENNIG angegebene Methode verwandt, die Grösse der Projektionsfläche von Stirn- und Kieferhöhlen auf dem occipito-frontalen Röntgenbild mit einem Punkt-Treffer-Verfahren zu bestimmen. Dies erwies sich als sehr genau (Unsicherheit von etwa 0,27 %).
4. An 265 Röntgenbildern von Probanden beiderlei Geschlechts im Alter von 4 bis 70 Jahren wurden insgesamt 530 Kieferhöhlen und 265 Stirnhöhlen nach dem HENNIGschen Verfahren ausgewertet. Das Untersuchungsgut wurde in 14 Altersklassen gegliedert:
 - a) Die Stirnhöhlen erreichen zwischen dem 20. und 25. Lebensjahr ihre grösste Ausdehnung. Eine geringe Rückbildung nach diesem Zeitpunkt scheint statistisch nicht gesichert. Für Personen zwischen 20 bis 70 Jahren liess sich eine mittlere Ausdehnung von $11,06 \text{ cm}^2$ ermitteln. Dieser Wert stimmt gut mit dem Schrifttum von MURCZYNSKI und SYPNIEWSKA überein ($11,33 \text{ cm}^2$), wie auch mit den von BUGYI mitgeteilten Zahlen ($11,5 \text{ cm}^2$).
 - b) Die Kieferhöhlen zeigern im Verlauf des Lebens ein analoges Verhalten, erreichen die grösste Ausdehnung ebenfalls nach dem 20. Lebensjahr. Eine Grössenabnahme im höheren Alter erscheint auch hier problematisch. Es wurde ein Wert von $7,63 \text{ cm}^2$ Flächenausdehnung für die rechte, von $7,58 \text{ cm}^2$ für die linke Kieferhöhle ermittelt. Vergleichbare Angaben liegen in der Literatur nicht vor.

Die Schwankung der errechneten Mittelwerte zeigt keine Extreme, so dass der festgestellte Entwicklungsverlauf als gesichert angesehen werden kann.
5. Die mit der neuen HENNIGschen Methode gewonnenen Ergebnisse stimmen gut mit den polarimetrisch gefundenen überein. So kann das einfache, zeitsparend und genau arbeitende Verfahren für ausgedehnte Untersuchungen zur Grössenbestimmung der Nasennebenhöhlen empfohlen werden.

E. LITERATURVERZEICHNIS

- BECK, J.: Beziehungen zwischen der Pneumatisation des Warzenfortsatzes und der Pneumatisation der Nasennebenhöhlen.
Zschr. Hals-Nas. -Ohr.hk. 18 : 672-677 (1927).
- BUGYI, B.: Röntgenologische Grössenbestimmungen der Stirnhöhle.
Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk.hk. 174/175 : H. 5 (1958/1959).
- CHUDAVERDOV, A.: Röntgenographie in der Frage des Sinus frontalis.
Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr.hk. 17 : 26 (1931)
- CLARA, M.: Entwicklungsgeschichte des Menschen.
Quelle & Meyer, Heidelberg, (1949).
- FISCHEL, A.: Lehrbuch der Entwicklung des Menschen.
Wien-Berlin, Springer (1929).
- GEGENBAUR, C.: Anatomie des Menschen.
7. Aufl. I. Leipzig, Engelmann, (1899).
- GILSE, P. H. G. v.: Über die Entwicklung der Keilbeinhöhle des Menschen.
Zschr. Hals-Nas. -Ohr.hk. 16 : 202 (1926).
- GRAY, H.: Anatomy of the Human Body.
Levis Edition, Philadelph. (1944).
- GRÜNWALD, L.: Deskriptive und topographische Anatomie der Nase und ihrer Nebenhöhlen.
Denker-Kahlers Hdb.f. Hals-Nas. -Ohr.hk. 1, I (1925).
- HAIKE, H.: Röntgenuntersuchungen der Nasennebenhöhlen des Kindes.
Arch. Laryng. Rhinol. Berlin, 23 : 206 (1910).
- HENNIG, A.: Fehler der Volumbestimmung aus dem Flächeninhalt periodischer Schnitte.
Zschr. Mikrosk. -anat. Forsch., Leipzig, 66 : 513-530 (1960).
- HENNIG, A.: Kritische Betrachtungen zur Volumen- und Oberflächenmessung in der Mikroskopie.
Zeiss-Werkzshr. 30 : 78-86 (1958).

- HENNIG, A.: Volum- und Oberflächenmessung in der Mikroskopie.
Verh. Anat. Ges. 54, Versammlung, 254-265 (1957).
- HIGHMOR, N.: Corp. hum. Disquisitis anat.
Hagae-Comitis. (1651).
- HONDA, M.: Über die röntgenologischen Untersuchungen der Stirnhöhle bei den Japanern.
Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr.hk. 29 : 656 (1929).
- KANTOROWICZ, A.: Hemmung und Förderung des Wachstums der Kiefer.
Zahnärztl. Welt, Konstanz, 4 : 141-148 (1949).
- KILLIAN, G.: Zur Anatomie der Nase menschlicher Embryonen. Fränkels Arch. Laryng. und Rhin. 3 : 17 (1895).
- KOMENDANTOFF, L. E.: Über die Bedeutung der Nebenhöhlen der Nase für den Organismus.
Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr.kh. 7 : 334 (1925).
- LANGER-TOLDT: Lehrbuch der syst. und topograph. Anatomie.
Braunmüller, Wien, (1897).
- LEICHER, H.: Vererbung anatomischer Variationen der Nase, ihrer Nebenhöhlen und des Gehörganges.
München, Bergmann, (1928).
- LUTTENBERG, Ch.: Entwicklung und Ausdehnung der Stirnhöhle.
Inaug. Diss. Marburg, (1934).
- MENSING, G.: Untersuchungen bei Kindern über den Einfluss des Schleimhautcharakters auf die Entwicklung der Nasennebenhöhlen.
Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk.hk. 146 : 440-461 (1939).
- MIHALKOWICS, V. v.: Heymanns-Handbuch der Laryng.
III, A. Hölder, Wien. (1900).
- MURCZYNSKI, Cz. et. SYPNIEWSKA, M.: Zagadnienia Morphogenezy zatok czolowych w diagnostyce radiologicznej.
Das Problem der Morphogenese der frontalen Sinusen.
Pol. Przegl. Radiol. 21 : 81 (1957).

- MÜNDNICH, K. : Zum Pneumatisationsproblem der Nasennebenhöhlen.
Zschr. Hals-Nas. -Ohr.hk. 43 : 5 (1937).
- NEUHÄUSER, G. : Metrische Untersuchungen zum pränatalen Wachstum der inneren Lungenoberfläche beim Menschen.
Inaug. Diss. München. (1960).
- OLTERSDORF, U. : Die Wachstumskräfte und die formalen Vorgänge der normalen und pathologischen Pneumatisation des Gesichtsschädels.
Med. Hab. Schrift. Tübingen, (1954).
- ONODI, A. : Die Nebenhöhlen der Nase beim Kinde.
C. Kabitzsch, Würzburg, (1911).
- PETER, K. : Atlas der Entwicklung der Nase und des Gaumens beim Menschen, mit Einschluss der Entwicklungsstörungen.
G. Fischer, Jena, (1913).
- REICHERT : zit. nach VIRCHOW: Über Missbildungen am Ohr und im Bereiche des 1. Kiemenbogens.
Arch. path. Anat. 30 : 222 (8164).
- RICHTER, H. : Beitrag zur Röntgendiagnostik der Stirnhöhlen.
Zschr. Hals-Nas. -Ohr.hk. 14 : 456, (1926).
- RICHTER, S. : Ein Beitrag zur Entwicklung der Stirnhöhlen nach Beobachtungen an Röntgenbildern.
Inaug. Diss. Leipzig, (1929).
- SCHINZ, H. R. , BAENSCH, W. E. , FRIEDL, E. , UEHLINGER, E. : Lehrbuch der Röntgendiagnostik.
5. Aufl. Thieme, Stuttgart, (1951).
- SCHWARZ, M. : Die Bedeutung der hereditären Anlage für die Pneumatisation der Warzenfortsätze und der Nasennebenhöhlen.
Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk.hk. 123 : 161 (1929).
- SEDWICK, H. J. : Form, size and position of the maxillary sinuses studied by means of Roentgenograms of the skull.
Amer. J. Roentgenol. 32 : 154-160 (1934).
- SIBSEN, A. E. : Entwicklung der Stirnhöhlen.
Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk.hk. 140 : 79 (1936).
- SPEE, F. v. : in: Bardeleben's Hdb. d. Anatomie des Menschen.
I/2, Jena, (1896).

- STAUDENRAUS, J.: Über die Entwicklung der Kieferhöhle nach der Geburt und ihre Bedeutung für die Entwicklung und Konstruktion des Gesichtsschädels. Inaug. Diss. Würzburg, (1939).
- STARCK, D.: Lehrbuch der Embriologie. Thieme, Stuttgart, (1955).
- STERN, L.: Röntgenologische Betrachtung der Entwicklung und Ausdehnung der Nasennebenhöhlen. Inaug. Diss. Marburg, (1939).
- THEISSING, G.: Röntgenologische Untersuchungen über die Struktur des Warzenfortsatzes. Ein Beitrag zur Frage der Beziehungen zwischen Knochenbau und Pneumatisation des Schädels. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 25 : 137-156 (1930).
- TSENG, Lip-shin: Entwicklung und Pneumatisation der Nasennebenhöhlen und ihre Beziehungen zu pathologischen Zuständen der Hypophyse. Inaug. Diss. Bern, (1951).
- VOELCKEL, E. W.: Die Entwicklung der Nasennebenhöhlen im Kindesalter. Inaug. Diss. Heidelberg, (1957).
- WAGENER: zit. nach THEISSING. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 25 : 137-156 (1930).
- WESSELY-JENTS: Klinik der Hals-Nasen- und Ohrenerkrankungen. Urban-Schwarzenberg, München-Berlin-Wien, 6. Aufl. (1957).
- WETZEL, G.: Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte. G. Fischer, Jena, 6. Aufl. (1951).
- WITTMAACK, K.: Über die normale und die pathologische Pneumatisation des Schläfenbeins. G. Fischer, Jena, (1918).
- YOSHINAGA, T.: Anatomische Untersuchungen der Kieferhöhle bei Japanern. Ref. Internat. Zbl. Laryng. 23 : H. 2, (1909).
- ZARNICO, C.: Die Krankheiten der Nase und des Nasenraumes. Karger, Berlin, (1910).
- ZUCKERKANDL, E.: Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge. I : Wilh. Braumüller, Wien-Leipzig, (1893).

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle
Herrn Prof. Dr. med. G. THEISSING
für die Überlassung des Themas, die
freundliche Unterstützung und die Über-
nahme des Referates meinen besten
Dank auszusprechen.

LEBENS LAUF

Am 1. 3. 1926 wurde ich, Bernhard Hornung, als Sohn des Ehepaares Moritz und Ida Hornung geb. Schiffer zu Auschwitz geboren.

Die Reifeprüfung legte ich im Juni 1946 am I. Reg. Gymnasium zu Lodz ab.

Das Studium der Zahnheilkunde begann ich im Sommersemester 1956 an der Universität München.

Die zahnärztliche Vorprüfung legte ich hier am 30. 4. 1959 ab.

Anschliessend studierte ich 2 klinische Semester in München. Im Sommersemester 1960 immatrikulierte ich mich an der Universität Erlangen für das Fach Zahnheilkunde. Nach weiteren 3 Semestern legte ich am 30. 1. 1962 das zahnärztliche Staatsexamen vor dem Prüfungsausschuss der Universität Erlangen ab und erhielt mit selbigem Datum meine Bestallung als Zahnarzt ausgestellt.

